

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-18163

(43) 公開日 平成 8 年 (1996) 1 月 19 日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 S 3/18

G 0 2 B 6/42

G 0 2 F 1/035

H 0 1 L 33/00

M

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平6-143442

(22) 出願日 平成 6 年 (1994) 6 月 24 日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 福田 光男

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 杉江 利彦

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 市川 二三夫

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 秋田 収喜

最終頁に続く

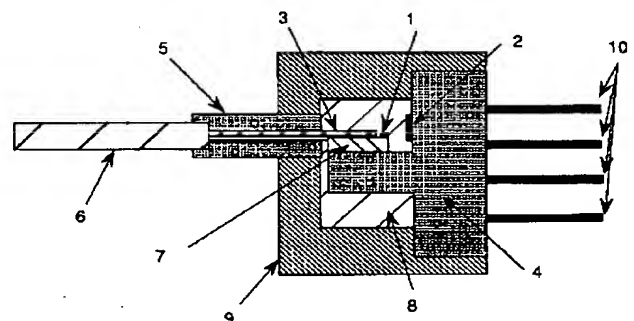
(54) 【発明の名称】 光装置

(57) 【要約】

【目的】 長期間安定性に優れたモジュールからなる光装置を提供する。また、光結合及び固定が容易で、組立時間を短縮する。

【構成】 半導体レーザ、発光ダイオード、半導体フォトダイオード等のうち少なくとも1つの半導体光素子と光ファイバを有する光装置において、前記半導体光素子と光ファイバ間の内部は発光光に対して透明な樹脂からなり、その外部は光遮蔽樹脂で固定されている。また、前記半導体光素子が複数の場合、それぞれ1次元または2次元のアレイ状に配設され、それぞれの半導体光素子に対する光ファイバが配設されている。また、ヒートシンクに光ファイバ固定用のV溝が設けられている。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも1つの半導体光素子と光ファイバを有する光装置において、前記半導体光素子と光ファイバ間の内部は発光光に対して透明な樹脂からなり、その外部は光遮蔽樹脂で固定されていることを特徴とする光装置。

【請求項2】 前記半導体光素子は、半導体レーザ、発光ダイオード、半導体フォトダイオード等のうち少なくとも1つからなることを特徴とする請求項1に記載の光装置。

【請求項3】 前記半導体光素子が複数の場合、それぞれ1次元または2次元のアレイ状に配設され、それぞれの半導体光素子に対する光ファイバが配設されていることを特徴とする請求項1または2に記載の光装置。

【請求項4】 ヒートシンクに光ファイバ固定用のV溝が設けられていることを特徴とする請求項1乃至3のうちいずれか1項に記載の光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体レーザ、半導体発光ダイオード、半導体フォトダイオード等のうち少なくとも1つの半導体光素子と光ファイバを有する光装置に関し、特に、複数の半導体光素子と光ファイバとで構成されるモジュールからなる光装置において、その製作が容易で、安定性にも優れた安価な光装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、半導体発光装置の場合では、図4及び図5に示す型の光モジュールが実用化されており、用いられている。

【0003】 図4及び図5において、1は半導体レーザ、2はモニタ用フォトダイオード、3は光ファイバ、4はステム（同軸型CDステム）、5はフェルール、6は光ファイバコード、7はヒートシンク、10は電気入出力端子、13はパッケージキャップ、14は光取りだし窓、15は接合部（ハンダ、レーザ熔接等）、16はレンズ、17はサーミスタ、18はペルチェ素子、19はサブマウント、20はファイバ固定部、21は金属フレームである。

【0004】 前記従来の光モジュールは、長期安定性を確保するために、酸素や湿気が直接半導体光素子に触れないように、気密封止構造が採用されており、光半導体光素子は窒素等の不活性ガスにより気密封止された状態で、その出力光をレンズ等により光ファイバに結合される構造となっている。

【0005】 もし、気密封止が不十分で酸素や湿気が直接半導体光素子に触れると、半導体光素子の酸化等が発生し、素子の劣化を引き起こす。ここで、気密封止構造は光素子のみの状態にとられる場合（図4）と光結合系までを含んでとられる場合（図5）に大別される。

【0006】 図4に示した気密封止が光素子のみの状態にとられる場合では、まず、光素子がステム等にボンディングされた後、窒素雰囲気中などで金属キャップによりパッケージングされ気密封止される。ここで、光出射の窓は、前記キャップの一部に窓を明け、サファイアガラス等を低融点ガラス等で固定し形成される。その後、出力光をモニタしながらレンズや光ファイバの位置をそれぞれ微調し、光ファイバへの光結合が最大になる点でそれぞれの金属フレーム等を半田やレーザ熔接等により固定し、組立が完了する。

【0007】 図5に示した気密封止が半導体光素子と光結合系までを含んでとられる場合では、まず、金属フレーム上へ半導体光素子を半田等で接着（マウント）した後、光素子からの出力光をモニタしながらレンズや光ファイバを微調し、光ファイバへの光結合が最大になる点で半田やレーザ熔接等により固定され、光結合系の組立が完了する。その後、それら全体が窒素雰囲気中などで気密封止される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 いずれの場合にしても、気密封止を実施しつつ光結合系の組立を完了するには、光軸調整及び固定、さらに、レーザ熔接や半田固定等の容易ならざる工程と組立時間が必要である。ここで、半導体装置が受光用装置の場合では、光結合の際のモニタは光ファイバを通して、外部より光を入射し、受光装置の出力をモニタしつつ実施されるが、組立の煩雑さは発光装置の場合と同様である。

【0009】 これらの光モジュールを動作させるには、図4または図5に示した光モジュール内の半導体光素子に、直接電気変調信号を印加し、光出力を変調することにより達成される。この変調された光信号は、光ファイバ中を伝送され、信号を伝えることになる。通常はこの動作が達成されれば、当該光モジュールは装置またはシステム等へ適用できることになる。しかし、実際の装置またはシステムでは動作時間が十万時間以上と非常に長期に亘って安定に動作することが要求される。これらの安定動作の阻害要因としては、半導体光素子そのものの劣化・故障、光結合系のずれ等が挙げられる。

【0010】 以上、述べたように、長期安定性を満足し、容易に安価な光モジュールを製作することは極めて困難なことである。さらに、光結合を確保しながら半導体発光装置及び半導体受光装置の1次元または2次元アレイを容易に組み立てるのはほとんど不可能に近いものである。

【0011】 一方、半導体光装置の材料であるIII-V族化合物半導体に比べ、硬くて丈夫なシリコンをベースとしたLSI等の電子デバイスでは、モジュール組立工程を簡略化し、経済化するために樹脂封止が一般的となっている。

【0012】 しかし、LSIの樹脂封止技術をそのまま

3

III-V族化合物半導体へ適用して半導体装置を封止しようすると、封止温度の高いこと及び樹脂の熱膨張係数の大きいことに起因する熱的不安定性と熱歪みにより、素子が破壊されることが多かった。また、半導体光素子では外部との入出力が光であるため、それらの光に対して透明な樹脂である必要があった。さらに、外部からの漏れ光（例えば太陽光）があると、それらは雑音になり、十分な信号／雑音比が得られないという問題もあった。

【0013】本発明は、前記問題点を解決するためになされたものであり、本発明の目的は、長期間安定性に優れたモジュールからなる光装置を提供することにある。

【0014】本発明の他の目的は、光結合及び固定が容易で、組立時間を短縮することが可能な光モジュールからなる光装置を提供することにある。

【0015】本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述及び添付図面によって明らかにする。

【0016】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち代表的なものの概略構成を簡単に説明すると、以下のとおりである。

【0017】(1) 少なくとも1つの半導体光素子と光ファイバを有する光装置において、前記半導体光素子と光ファイバ間の内部は発光光に対して透明な樹脂からなり、その外部は光遮蔽樹脂で固定されている。

【0018】(2) 前記半導体光素子は、半導体レーザ、発光ダイオード、半導体フォトダイオード等のうち少なくとも1つからなる。

【0019】(3) 前記半導体光素子が複数の場合、それぞれ1次元または2次元のアレイ状に配設され、それぞれの半導体光素子に対する光ファイバが配設されている。

【0020】(4) ヒートシンクに光ファイバ固定用のV溝が設けられている。

【0021】

【作用】前述した手段によれば、気密封止の代わりに樹脂封止または充填により封止を行い、熱歪みが小さく受発光光に対し透明な樹脂を内部に、太陽光や湿気を遮断するための樹脂を外部に用いた二重樹脂封止構造とするので、長期間安定性に優れている光装置を得ることができる。

【0022】また、組立工程において従来の気密封止型モジュールの1/2程度の時間短縮が可能であり、しかも、従来のモジュールに匹敵する特性を得ることができる。

【0023】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。

【0024】なお、実施例を説明するための全図におい

4

て、同一機能を有するものは同一符号を付け、その繰返しの説明は省略する。

【0025】(実施例1) 図1は、本発明による実施例1の半導体レーザ装置の概略構成を示す断面図であり、図2は、本実施例1の光ファイバの位置合わせ及び固定に用いるヒートシンクの上面図(a)及び側面図(b)である。

【0026】図1及び図2において、1は半導体レーザ、2はレーザ出力モニタ用フォトダイオード、3は光ファイバ、4はステム（同軸型CDステム）、5はフェルルール、6は光ファイバコード、7は光ファイバの位置合わせ及び固定にも兼用されるヒートシンク（例えばシリコンからなる）、8は内部透明樹脂（例えば、シリコン樹脂を用いる）、9は外部遮光樹脂（例えば、エポキシ樹脂を用いる）、10は半導体レーザ通電用及びモニタフォトダイオード出力検出用ステム端子（電気入出力端子）、11はV溝、12は半導体レーザマウント部である。

【0027】本実施例の半導体レーザ装置は、図1に示すように、まず、半導体レーザ1、レーザ出力モニタ用フォトダイオード2及びヒートシンク7をステム4にそれぞれ設ける（マウントする）。その後、光ファイバ3の端を半導体レーザ1の出射端へ接近させ、半導体レーザ1からの出射光を光ファイバ3へ結合させる。ここで、光ファイバ3は先球テーパー、垂直等いかなる構造でも良い。この状態で内部透明樹脂8により被覆し固定する。内部透明樹脂8としては半導体装置への歪みの小さくなるいわゆる柔らかいシリコン樹脂等を用いる。その後、外部遮光樹脂9によりステム4及びフェルルール5を固定すると同時に、遮光性及び対湿性を持たせる。外部遮光樹脂9としては、添加剤を含有したエポキシ樹脂等が使用できた。また、それぞれ樹脂の固化温度が250℃以下とレーザのボンディング時に使用したAuSn半田（Au:80%/Sn:20%）の融点より低いため、樹脂封止時の半田の不安定性に起因した光モジュールの劣化はなかった。

【0028】樹脂封止時の光結合を取ったままの光ファイバ3の固定は、半導体レーザ1のヒートシンク7として図2に示すようなV溝11付きを用い、V溝11に対して半導体レーザ1をマウントしておき、このV溝11を光ファイバ3のガイドとして用いることにより、光軸調整なしに樹脂による固定ができた。

【0029】さらに、光ファイバ3自体の伸縮、いわゆるピストニングによる半導体レーザ1の破損は、図2に示すように、半導体レーザ1をV溝11の端からわずかに離してマウントすることにより除去することができた。図2において、12は半導体レーザマウント部である。

【0030】これらの樹脂封止モジュール技術を1.3μm帯の埋め込み型InGaAsP/InP MQW

(多重井戸構造) レーザに適用したところ、光ファイバ3として垂直カットのコア径 $10\mu\text{m}$ のシングルモード光ファイバを用いた場合には、結合損失として -10dB 程度のものが比較的容易に得られた。

【0031】また、組立に要する時間は、従来の気密封止に比べ $1/10$ 程度に短縮され、主に光ファイバ3の端と半導体レーザ1の端面との距離の調整に要する時間で律速された。さらに、これらの樹脂封止モジュールを 50°C の雰囲気(大気中)で光ファイバ3の光出力 -3dBm で通電したところ、目立った劣化はなかった。

【0032】なお、これらのレンズを用いずに光ファイババタッティング状態で気密封止を実施することは、従来の技術では非常に困難であった。

【0033】また、半導体レーザ1の端面(あるいは全体)にシリコン窒化膜等の誘電体膜をコーティングして、半導体レーザ1の端面反射率を制御するとともに、耐湿性等の耐環境性を一層高めたものも有効に実装でき、一層の長期間の安定性を得ることができた。

【0034】(実施例2) 図3は、本発明による実施例2の半導体光装置の概略構成を示す断面図である。

【0035】本実施例2は、発光径 $30\mu\text{m}$ の $1.3\mu\text{m}$ 帯の半導体発光ダイオード(LED)での実施例であり、図3に示すように、光ファイバ3の光軸調整用のガイドとしてシリコンからなるヒートシンク7にV溝11を形成した。この場合、前記実施例1の半導体レーザ装置の場合と同様か、あるいは前記V溝11(図2)を端から端まで形成してもどちらでも良い。これは、半導体レーザ装置の場合と異なり、光ファイバ3と半導体発光ダイオード1'間の距離を離すことができることによる。

【0036】本実施例2の半導体発光装置(LED)は、図3に示すように、まず、半導体発光ダイオードや受光素子の半導体光素子1'及びヒートシンク7をステム4へマウントする。その後、先端を垂直カットしたマルチモードファイバをシリコン上に形成されたV溝に添って半導体素子へ近づけシリコン樹脂により固定する。

【0037】この時、軸合わせは顕微鏡等による像観察のみで調整が可能で(勿論半導体レーザの場合と同様に光出力または入力をモニタしながらの軸調整も可能である)、結合損失 $13\sim 15\text{dB}$ 程度のものが容易に得られた。その後、外部遮光及びモジュール全体の物理・化学的な強度向上のため、エポキシ樹脂で固定した。

【0038】これらの光モジュールも、 50°C の雰囲気(大気中)で $1.3\mu\text{m}$ 帯の発光ダイオードに 100mA の通電を施したところ、全モジュールとも安定に動作し、目立った劣化はなかった。受光用モジュールも同様の安定性を示した。

【0039】また、半導体光素子1'が半導体発光ダイオードや半導体フォトダイオード(受光素子)の場合は、発受光領域面が半導体レーザ1よりも広いため、半導体

レーザ1よりも容易に樹脂封止ができた。

【0040】以上の説明は光ファイバ3と半導体光素子(1または1')間にレンズを含まない構造としたが、組立工程が若干複雑になるが、レンズを含んでも形成できる構造であり、それぞれ光の結合が少なくとも 3dB 以上改善された。

【0041】また、前記実施例によると気密封止が不要になるため、半導体レーザ、半導体発光ダイオード、半導体フォトダイオード等の半導体光素子の1次元または2次元アレイの光モジュールも容易に作るができる。そのときには、アレイ状の半導体のピッチに合わせてV溝11を形成したヒートシンク7を用いるとさらに容易に光モジュールを作ることができる。

【0042】以上、本発明を、前記実施例に基づき具体的に説明したが、本発明は、前記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能であることは勿論である。

【0043】

【発明の効果】本願において開示される発明のうち代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、下記のとおりである。

【0044】(1) 少なくとも1つの半導体光素子と光ファイバを有する光装置において、前記半導体光素子と光ファイバ間の内部は発光光に対して透明な樹脂からなり、その外部は光遮蔽樹脂で覆って固定されているので、長期間安定性の優れた状態を保持することができる。

【0045】(2) 前記(1)により、組立工程において、組立作業時間を従来の気密封止型光モジュールの組立作業時間の $1/2$ 程度の時間短縮が可能であり、しかも、従来の光モジュールに匹敵する特性を得ることができる。これにより、実使用に耐える範囲で経済性の向上をはかることができる。

【0046】また、半導体レーザ、半導体発光ダイオード、半導体フォトダイオード等の半導体光素子の1次元または2次元アレイの光モジュールも容易に作るができる。

【0047】(3) アレイ状の半導体のピッチに合わせてV溝を形成したヒートシンクを用いるので、さらに、容易に光モジュールを作ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による実施例1の半導体レーザ装置の概略構成を示す断面図である。

【図2】 本実施例1の光ファイバの位置合わせ及び固定に用いるヒートシンクの上面図及び側面図である。

【図3】 本発明による実施例2の半導体光装置の概略構成を示す断面図である。

【図4】 従来の気密封止型光モジュールの気密封止が光素子のみの場合の一例の概略構成を示す断面図である。

7

8

【図5】 従来の気密封止型光モジュールの気密封止が光素子と光結合系まで含んでいる場合の一例の概略構成を示す断面図である。

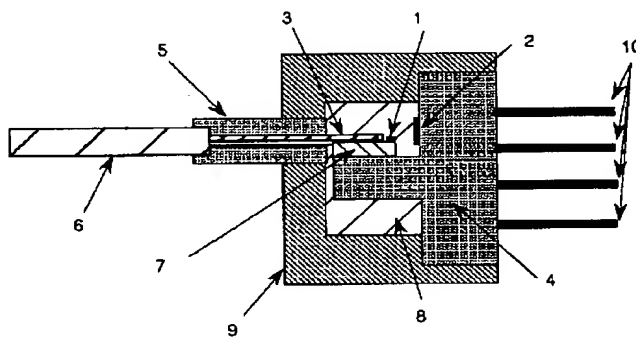
【符号の説明】

1…半導体レーザ、1'…LEDまたは半導体フォトダイオード、2…モニタ用フォトダイオード、3…光ファイバ、4…ステム（同軸型CDステム）、5…フェルール、6…光ファイバコード、7…ヒートシンク、8…内

部透明樹脂（シリコン樹脂）、9…外部遮光樹脂（エポキシ樹脂）、10…電気入出力端子、11…V溝、12…レーザマウント部、13…パッケージキャップ、14…光取りだし窓、15…接合部（ハンダ、レーザ熔接等）、16…レンズ、17…サーミスタ、18…ペルチエ素子、19…サブマウント、20…ファイバ固定部、21…金属フレーム。

【図1】

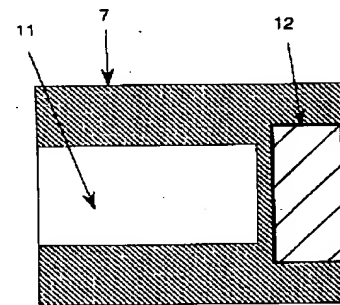
図1



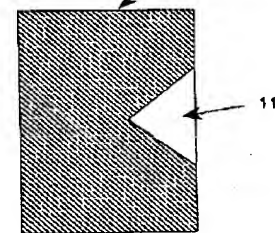
【図2】

図2

(a)

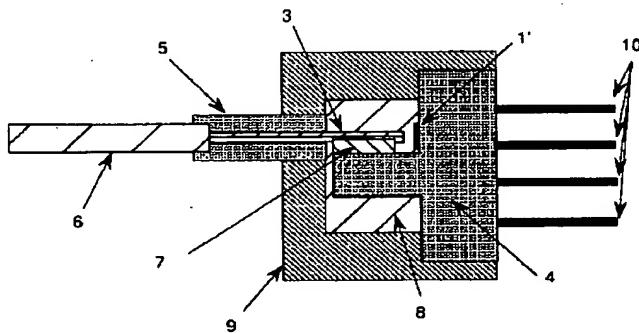


(b)



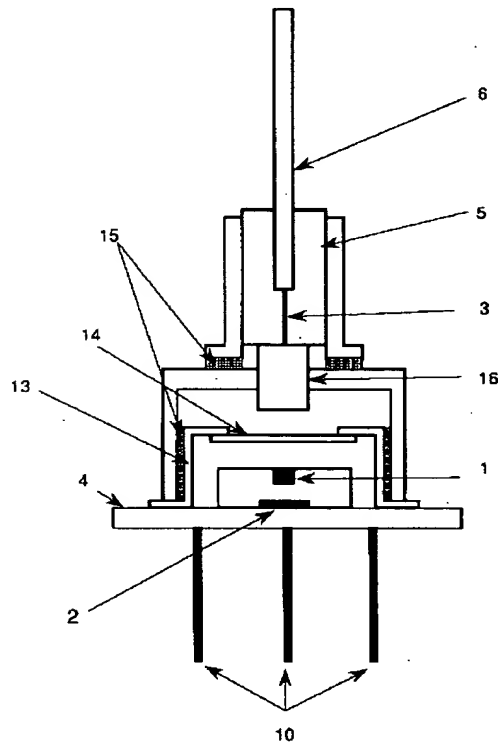
【図3】

図3



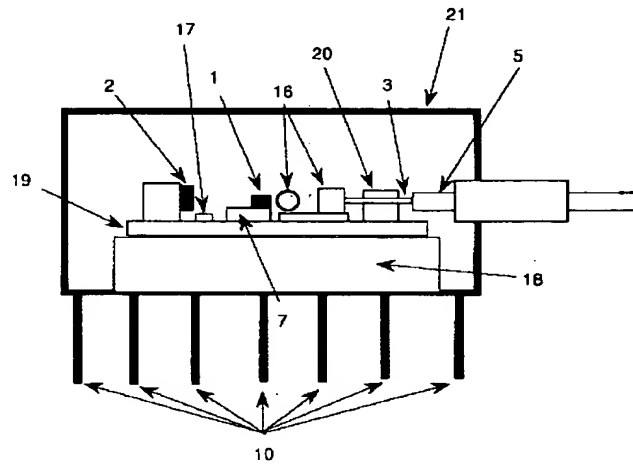
【図 4】

図 4



【図 5】

図 5



フロントページの続き

(72) 発明者 土屋 治彦
東京都千代田区内幸町一丁目 1 番 6 号 日
本電信電話株式会社内

(72) 発明者 佐藤 弘次
東京都千代田区内幸町一丁目 1 番 6 号 日
本電信電話株式会社内